

ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В ПРОЕКТУВАННІ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ

Шептун С. Ю., к.т.н., ст. викладач; Репін І. В., студент
(ДБТУ, м. Харків, Україна), zoooms@ukr.net; igorrepin207@gmail.com

Nanomaterials and nanotechnologies compare concrete with high-tech materials, the structure of which can be designed according to specific functional criteria: strength, durability, reduced impact on the environment. This will allow concrete to remain the main construction material in the near future

Бетони є композиційними матеріалами, структура яких включає гідратні фази цементу з розміром часток 1...100 нм, хімічні та мінеральні добавки, наповнювачі та заповнювачі. Зменшення розмірів структурних елементів, утворення специфічних неперервних ниткоподібних структур, що формуються внаслідок тривимірних контактів між наночастками різних фаз, призводить до кореневого покращення їх експлуатаційних характеристик.

Більшість недавніх досліджень з використанням принципів нанотехнологій в бетонах сфокусовані на спробах структурування цементних матеріалів та вивченні механізмів їх руйнування. Стало можливим спостерігати структуру цементних композитів на рівні атома та визначати міцність, твердість та інші основні властивості матеріалів у мікро- та нанофазах. Наприклад, застосування атомної силової мікроскопії для досліджень "аморфного" гелю С-S-H дозволило виявити, що на нанорівні він має високоупорядковану структуру.

Атомна мікроскопія гладкої поверхні гідратованого аліту показує, що елементи дисперсної фази існують у вигляді агрегованих наночастинок С-S-H. Гель С-S-H гідратованого цементного тіста складається з пластинок наночастинок, розмір яких за результатами атомної мікроскопії складає 60×30 нм², а товщина - 5 нм.

С-S-H можна розглядати лише умовно як гель: в ньому спостерігається певний ближній порядок. На користь його кристалічного стану свідчить наявність гало на дифрактограмах, яке завжди помітно, якщо С-S-H отримано при гідратації силікатів кальцію в системі CaO-SiO₂ з водної суспензії. Розширення дифракційних ліній на дифрактограмі пов'язане зі зменшенням розмірів упорядкованих ділянок, з наявністю мікродефектів або з взаємодією обох цих факторів.

"Базові блоки" цементного каменю на нанорівні - гідросилікати кальцію С-S-H, сформовані самозбиранням глобул двох структурно різних, але хімічно ідентичних фаз, кожна з яких має максимально допустиму щільність упакування частинок - 64 % для геля низької щільності та 74 % - для геля високої щільності.

Портландцемент, один із найширше вживаних матеріалів людством, має великий, але ще не повністю досліджений потенціал. Глибше розуміння та точна інженерія властивостей надзвичайно складної структури цементовмісних матеріалів на нанорівні, безумовно, приведуть до народження нового покоління бетонів - високотехнологічних, ефективних та екологічних.